

TUGAS AKHIR

**ANALISA *SCANNING ELECTRON MICROSCOPE* (SEM)
HASIL *SPOT WELDING* ALUMINIUM (Al) SERI 1100
DENGAN PENAMBAHAN SERBUK TEMBAGA (Cu) MESH 40**



Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata 1
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh :
PRIHATMOKO ADHI NUGROHO
D200170168

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2021**

PERNYATAAN KEASLIAN TOPIK TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul “**Analisa Scanning Electron Microscope (SEM) Hasil Spot Welding Aluminium (Al) Seri 1100 Dengan Penambahan Serbuk Tembaga (Cu) Mesh 40**” yang dibuat untuk memenuhi Sebagian syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 29 September 2021

Yang Menyatakan


Prihatmoko Adhi Nugroho

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir berjudul “*Analisa Scanning Electron Microscope (SEM) Hasil Spot Welding Aluminium (Al) Seri 1100 Dengan Penambahan Serbuk Tembaga (Cu) Mesh 40*” telah disetujui oleh pembimbing tugas akhir untuk memenuhi Sebagian persyaratan memperoleh derajat Sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **PRIHATMOKO ADHI NUGROHO**

NIM : **D200170168**

Disetujui pada :

Hari :

Tanggal :

Mengetahui,
Pembimbing Utama Tugas Akhir



Ir. Pramuko Ilmu Purboputro., M.T

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul “**Analisa Scanning Electron Microscope (SEM) Hasil Spot Welding Aluminium (Al) Seri 1100 Dengan Penambahan Serbuk Tembaga (Cu) Mesh 40**”, telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi derajat Sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **PRIHATMOKO ADHI NUGROHO**

NIM : **D200170168**

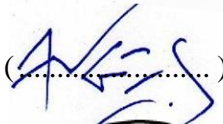
Disetujui pada :

Hari :

Tanggal :

Tim Penguji :

Ketua : Ir. Pramuko Ilmu Purboputro., M.T ()

Anggota 1 : Nurmuntaha Agung Nugraha, S.T.,M.T. ()


Anggota 2 : Bambang Waluyo Febriantoko, S.T., M.T. ()

Mengetahui,

Dekan

Ketua Jurusan


Rois Fathoni, S.T., M.Sc., Ph.D


Ir. Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
Jl. A. Yani, Pabelan, Kartasura Tromol Pos I Telp. (0271) 717417 ext. 222

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta :
Nomor 026/II/2021 tanggal 25 Maret 2021 tentang Pembimbing Tugas Akhir
dengan ini:

Nama : Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T.
Pangkat Jabatan : Lecture
Kedudukan : Pembimbing Tugas Akhir
Memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :
Nama : Prihatmoko Adhi Nugroho
Nomor Induk : D200170168
Jurusan/Semester : Teknik Mesin/8 (Delapan)
Judul Topik : "Analisa *Scanning Electron Microscope* (SEM) Hasil
Spot Welding Aluminium (Al) Seri 1100 Dengan
Penambahan Serbuk Tembaga (Cu) Mesh 40"
Rincian Soal/Tugas : Mengetahui Hasil Analisa SEM-EDX pada las titik
aluminium pengaruh penambahan filler tembaga
mesh 40 dengan pengujian Struktur Mikro, Uji
Kekerasan, dan Uji SEM-EDX

Demikian Soal Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana
mestinya.

Surakarta, Maret 2021

Pembimbing

Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T.

Keterangan

Dibuat rangkap tiga (3)

- 1. Untuk Kajur (Koordinator TA)*
- 2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir*
- 3. Untuk Mahasiswa*

HALAMAN MOTTO

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan."

(Asy Syarh, ayat 5-6)

dan jangan kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus asa dari rahmat Allah, melainkan kaum yang kafir.

(Surat Yusuf, ayat 87)

Stop dreaming and start doing

HALAMAN PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah dipanjatkan kehadiran Allah SWT atas berkah dan Rahmat-NYA, beserta Rosulnya. Alhamdulillah penulis selalu bersyukur atas kemampuan yang dimiliki. Rasa bangga, serta Bahagia atas karunia dan kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan. Saya persembahkan Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak Sumpono dan ibu Puji Astuti yang dengan ikhlas dan sabar mengasuh, membesarkan, membimbing serta mendoakan saya selalu.
2. Dosen Universitas Muhammadiyah Surakarta Teknik Mesin yang telah membimbing saya didalam perkuliahan.
3. Bapak dosen pembimbing akademik Ir. Sartono Putro, M.T. dan bapak dosen pembimbing Tugas Akhir Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T. yang telah membimbing dalam melakukan Tugas Akhir saya.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Puji Syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala limpahan nikmat-Nya sehingga penyusunan laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Tugas Akhir yang berjudul “**Analisa Scanning Electron Microscope (SEM) Hasil Spot Welding Aluminium (Al) Seri 1100 Dengan Penambahan Serbuk Tembaga (Cu) Mesh 40**” dapat diselesaikan dengan lancar berkat dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan penuh ketulusan hati penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Sumpono, Ibu Puji Astuti, dan keluarga besar yang selalu mendoakan dan mendukung penulis.
2. Rois Fathoni, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Ir. Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Kholqillah Ardhian Ilman, S.T., M.Eng. selaku Koordinator Tugas Akhir.
5. Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T. selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah membantu, membimbing, serta mengarahkan selama proses penyusunan Tugas Akhir.
6. Sartono, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing, dan mengarahkan selama masa perkuliahan.
7. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, atas segala ilmu yang telah diberikan selama menempuh jenjang pendidikan.
8. Teman-teman seperjuangan Tugas Akhir yaitu Amril Alamsyah dan Zidhan Dhuha Nur Adamsyah yang telah kebersamai dengan kompak dalam penyelesaian tugas akhir ini.

9. Teman-teman mahasiswa Teknik Mesin Angkatan 2017 Andy Widiyanto, Muhammad Arif Hidayat dan teman-teman lain yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, para kakak tingkat, serta adik tingkat yang telah kebersamai selama perkuliahan.
10. Fernanda Ayu Pradina, yang telah memberi dukungan selama proses penyusunan Tugas Akhir.

Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Surakarta, 29 September 2021



Prihatmoko Adhi Nugroho

**ANALISA SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (SEM) HASIL SPOT
WELDING ALUMINIUM (Al) SERI 1100 DENGAN PENAMBAHAN
SERBUK TEMBAGA (Cu) MESH 40**

Prihatmoko Adhi Nugroho, Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M. T

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

E-mail: d200170168@student.ums.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tentang pengaruh penambahan tembaga dengan ukuran mesh 40 pada pengelasan titik aluminium 1100. Penelitian yang dilakukan yaitu uji SEM (*Scanning Electron Microscope*), uji kekerasan, uji struktur mikro. Proses pengelasan titik menggunakan arus 9500A dengan waktu 7,5s. Pada pemotongan spesimen digunakan standart ASME QW-462.9, dan pada pengujian kekerasan *microvickers* digunakan standart ASTM E 384. Pada hasil uji SEM dan EDX terlihat bahwa filler tembaga mampu memasuki daerah aluminium yang memiliki rongga. Namun ada beberapa cacat yang terjadi seperti porositas, crack dan void. Sedangkan untuk hasil EDX yaitu terdapat beberapa komposisi dari hasil pengelasan, yaitu Al = 15,12%, Cu = 51,61%, C=17,78%, Na = 15,50%. Hasil penelitian pada uji kekerasan menunjukkan bahwa nilai kekerasan tertinggi yaitu pada daerah nugget sebesar 48,99 VHN, kemudian pada daerah HAZ sebesar 40,23 VHN, dan yang terakhir yaitu pada *bae metal* sebesar 37,08 VHN. Kemudian pada hasil uji struktur mikro pada daerah nugget terdapat butiran halus dibanding dengan daerah HAZ dan base metal.

Kata Kunci : Las titik, Aluminium, Tembaga, SEM, Kekerasan, Struktur mikro.

***ANALYSIS OF SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (SEM) RESULTS
OF SPOT WELDING ALUMINUM (Al) 1100 SERIES WITH ADDITION OF
COPPER POWDER (Cu) MESH 40***

Prihatmoko Adhi Nugroho, Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M. T

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

E-mail: d200170168@student.ums.ac.id

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of adding copper with a mesh size of 40 on 1100 aluminum spot welding. The research conducted was SEM (Scanning Electron Microscope) test, hardness test, and microstructure test. The spot welding process applies a current of 9500A with a time of 7,5s. In cutting the specimen, the ASME QW-462.9 standard was used, and the micro Vickers hardness test was used the ASTM E 384 standard. The results of the SEM and EDX tests show that the copper filler can enter the aluminum area which has cavities. However, there are some defects that occur such as porosity, cracks, and voids. As for the EDX results, there are several compositions of the welding results, namely Al = 15.12%, Cu = 51.61%, C = 17.78%, Na = 15.50%. The results of the research on the hardness test showed that the highest hardness value was in the nugget area of 48.99 VHN, then in the HAZ area of 40.23 VHN, and the last one was in the base metal of 37.08 VHN. Then on the results of the microstructure test in the nugget area, there are fine grains compared to the HAZ and base metal areas.

Keywords: Spot welding, Aluminum, Copper, SEM, Hardness, Microstructure.

DAFTAR ISI

HALAMAN DEPAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN TOPIK TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT.....	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.2. Landasan Teori	8
2.2.1 Las Titik (Spot Welding).....	8
2.2.2 Aluminium	14
2.2.3 Tembaga.....	18
2.2.4 Mekanisme Penguatan Logam.....	22

2.2.5 Difusi	28
2.2.6 Scanning Electron Microscope (SEM) – Energy Dispersive X-ray (EDX)	29
2.2.7 Uji Struktur Mikro	32
2.2.8 Kekerasan.....	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1. Diagram Alir Penelitian	37
3.2. Bahan Penelitian	41
3.3. Alat Penelitian.....	42
3.4. Sampel.....	44
3.5. Lokasi Penelitian	45
3.6. Proses Pengelasan Titik.....	45
3.7. Tahapan Pengujian	46
3.7.1 Pengujian Struktur Mikro	46
3.7.2 Pengujian Kekerasan <i>Micro Vickers</i>	47
3.7.3 Pengujian SEM-EDX	47
BAB IV ANALISA PEMBAHASAN	48
4.1. Pengujian SEM dan EDX.....	48
4.2.1 Hasil Pengujian SEM dan EDX <i>Spot Welding</i> antara Aluminium dan Aluminium dengan Penambahan Serbuk Tembaga Mesh 40.	48
4.2. Pengujian Struktur Mikro.....	51
4.2.1 Hasil Pengujian Struktur Mikro <i>Spot Welding</i> antara Aluminium dan Aluminium dengan Penambahan Serbuk Tembaga Mesh 40.	51
4.3. Pengujian Kekerasan	54
4.3.1 Hasil Pengujian Kekerasan <i>Spot Welding</i> antara Aluminium dan Aluminium dengan Penambahan Serbuk Tembaga Mesh 40.	54
BAB V PENUTUP	57
5.1. Kesimpulan	57
5.2. Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Pengelasan.....	9
Gambar 2. 2 Distribusi Suhu Pada Las Titik (Spot Welding)	10
Gambar 2. 3 Skema hambatan listrik pada proses las titik antara material aluminium dan baja (EAA – Europead Aluminium Association, 1994)	11
Gambar 2. 4 Siklus Pengelasan	13
Gambar 2. 5 Struktur Mikro Penguatan Fasa Kedua	25
Gambar 2. 6 Skema Uji <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	30
Gambar 2. 7 azas pengukuran kekerasan MikroVickers	35
Gambar 2. 8 Bentuk – bentuk bekas penekanan.....	36
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	37
Gambar 3. 2 Ukuran Spesimen.....	38
Gambar 3. 3 Standard Pengelasan (ISO 18595:2007)	40
Gambar 3. 4 Plat Aluminium.....	41
Gambar 3. 5 Serbuk Tembaga Mesh 40.....	41
Gambar 3. 6 Mesin Las Titik	42
Gambar 3. 7 Mesin Struktur Mikro	43
Gambar 3. 8 Mesin Uji Kekerasan <i>Micro Vickers</i>	43
Gambar 3. 9 Mesin Uji SEM-EDX	44
Gambar 3. 10 Spesimen Uji Kekerasan	44
Gambar 3. 11 Spesimen Uji Struktur Mikro.....	45
Gambar 3. 12 Spesimen Uji SEM-EDX	45
Gambar 4. 1 Mikrograf SEM dari sambungan aluminium dan aluminium dengan penambahan serbuk tembaga Mesh 40.	48
Gambar 4. 2 Penembakan pengujian EDX	49
Gambar 4. 3 <i>Line analysis</i> sambungan aluminium dan aluminium dengan tambahan serbuk tembaga mesh 40.	50
Gambar 4. 4 Hasil Uji Struktur Mikro <i>Base Metal</i> dengan Perbesaran 200x.	51

Gambar 4. 5 Hasil Uji Struktur Mikro Daerah <i>HAZ</i> dengan Perbesaran 200x.	52
Gambar 4. 6 Hasil Uji Struktur Mikro Daerah <i>Nugget</i> dengan Perbesaran 200x.	53
Gambar 4. 7 Grafik Nilai Kekerasan Mikro Vickers Mesh 40.....	56
Gambar 4. 8 Grafik Kekerasan Mikro Vickers Mesh 40, 50, dan 60.	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat-sifat Aluminium.....	14
Tabel 2. 2 Sifat – sifat fisis, mekanis dan panas dari tembaga.....	20
Tabel 2. 3 Ukuran Mesh.....	21
Tabel 4. 1 Hasil line analysis EDX untuk sambungan aluminium dan aluminium dengan serbuk tembaga mesh 40.....	50
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Kekerasan Mikro Vickers.....	55